۱۲۰- طول یک میلهٔ آلومینیومی در دمای $۲۰/۰۰۰^{\circ}C$ برابر با ۱۰/۰۰۰cm و در نقطهٔ جوش آب برابر با ۱۰/۰۱۵cm است. (الف) طول میله در نقطهٔ انجماد آب چقدر است؟ (ب) اگر طول میله ۱۰/۰۰۹cm باشد، دما چقدر است؟

حل: (الف)

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_\circ \Delta T} \Rightarrow \alpha = \frac{۱۰/۰۱۵ - ۱۰/۰۰۰}{(۱۰/۰۰۰)(۱۰۰ - ۲۰)}$$

$$\Rightarrow \alpha = ۱/۸۷۵ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^{\circ}C}$$

$$L = L_\circ (۱ + \alpha \Delta T) = ۱۰[۱ + (۱/۸۷۵ \times ۱۰^{-۵})(-۲۰)]$$

$$\Rightarrow L = ۹/۹۹۶ \, cm$$

(ب)

$$۱۰/۰۰۹ = ۱۰[۱ + (۱/۸۷۵ \times ۱۰^{-۵})(T - ۲۰)]$$

$$\Rightarrow T - ۲۰ = ۴۸ \Rightarrow T = ۶۸^{\circ}C$$

Scanned by CamScanner

●●۱۷۰۰- یک ظرف آلومینیومی با حجم $100cm^3$ در $22°C$ به طور کامل از گلیسیرین پر شده است. اگر دمای ظرف و

Scanned by CamScanner

گلیسیرین بـه $28°C$ افـزایش داده شـود، چقـدر گلیسـیرین از ظرف بیرون می‌ریزد (اگـر بریـزد)؟ (ضـریب انبسـاط حجمـی گلیسیرین برابر با $5/1\times10^{-4}\ /C°$ است.)

حل: تغییر حجم فنجان برابر است با: $\Delta V_1 = 3\alpha V_0 \Delta T$

تغییر حجم گلیسیرین برابر است با: $\Delta V_2 = \beta V_0 \Delta T$

اختلاف افزایش حجم گلیسیرین و فنجان برابر است با:

$$\Delta V = \Delta V_2 - \Delta V_1 = V_0 \Delta T(\beta - 3\alpha)$$

$$\Delta V = (100)(6)[5/1\times10^{-4} - (3)(23\times10^{-6})] = 0/26\,cm^3$$

چون مقدار بالا مثبت است افزایش حجـم گلیسـیرین از فنجـان بیشتر بوده و همین مقدار گلیسیرین از فنجان خارج خواهد شد.

Scanned by CamScanner

●●۱۸۰۰- طول میله‌ای در دمای ۲۰°C، که با یک خط‌کش فولادی اندازه‌گیری شده دقیقاً ۲۰/۰۵ cm است. میله و خط‌کش را در کوره‌ای به دمای ۲۷۰°C قرار می‌دهیم. در این صورت طول میله با اندازه‌گیری با همان خط‌کش برابر با ۲۰/۱cm می‌شود. ضریب انبساط خطی ماده‌ای که میله از آن ساخته شده چقدر است؟

حل: میله را با اندیس (۱) و خط‌کش را با اندیس (۲) نمایش می‌دهیم، در این صورت داریم:

$$\Delta L = L_{\circ}(\alpha_{۱} - \alpha_{۲})\Delta T$$

$$\Rightarrow (۲۰/۱۱ - ۲۰/۰۵) = ۲۰/۰۵(\alpha_{۱} - ۱۱\times ۱۰^{-۶})(۲۷۰ - ۲۰)$$

$$\Rightarrow \alpha_{۱} = ۲/۳\times ۱۰^{-۵}\ \frac{۱}{^{\circ}\mathrm{C}}$$

Scanned by CamScanner

●●۳۱۰۰- ILW چه جرمی از بخار آب $100^\circ C$ را باید با $150 g$ یخ با دمای نقطهٔ ذوب در یک ظرف عایق‌بندی شدهٔ گرمایی مخلوط کرد تا آب $50^\circ C$ به‌دست آید؟

Scanned by CamScanner

حل: گرمایی که بخار $100^{\circ}C$ از دست می‌دهد تا به آب $50^{\circ}C$ تبدیل شود.

$$Q_1 = m_1[L_V + c\Delta T] = m_1[2/256 \times 10^6 + (4180)(100 - 50)]$$

$$= 2/465 \times 10^6 \, m_1 \, \mathrm{J}$$

گرمایی که یخ می‌گیرد تا به آب $50^{\circ}C$ تبدیل شود.

$$Q_2 = m_2[L_f + c\Delta T] = 0/15[3/33 \times 10^5 + (4180)(50 - 0)]$$

$$= 8/11 \times 10^4 \, \mathrm{J}$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow 2/465 \times 10^6 \, m_1 = 8/11 \times 10^4$$

$$\Rightarrow m_1 = 0/033 \mathrm{kg} = 33 \, \mathrm{g}$$

Scanned by CamScanner

۳۲۰●●- گرمای ویژهٔ ماده‌ای با دما با رابطهٔ $c = 0/20 + 0/14T + 0/023T^2$ تغییر می‌کند، که در آن T برحسب $^\circ C$ و c برحسب $cal/g \cdot K$ است. انرژی لازم برای بالا بردن دمای $2/0g$ از این ماده از $5/0^\circ C$ تا $15^\circ C$ چقدر است؟

حل: گرمای لازم را از محاسبه انتگرال زیر به دست می‌آوریم:

$$Q = \int_{T_i}^{T_f} mcdT = m\int_{T_i}^{T_f} cdT$$

$$\Rightarrow Q = 2\int_{5}^{15} (0/2 + 0/14T + 0/023T^2)dT$$

$$\Rightarrow Q = 2[0/2T + 0/07T^2 + 0/00767T^3]\Big|_{5}^{15} = 82 \text{ cal}$$

Scanned by CamScanner

●●●۴۱- WWW SSM (الف) دو قطعه یخ ۵۰g به داخل ۲۰۰g آب در یک ظرف عایق‌بندی شده انداخته می‌شود. اگر دمای اولیهٔ آب ۲۵°C و یخ به طور مستقیم از محل یخ‌ساز با دمای ۱۵°C- خارج شده باشد، دمای نهایی در لحظهٔ تعادل گرمایی چقدر است؟ (ب) اگر فقط از یک قطعه استفاده شود، دمای نهایی چقدر است؟

حل: (الف) $\sum Q = ۰ \rightarrow m_۱c_۱(۰+۱۵) + mL_F + m_۲c_۲(T_f - ۰)$

$$+m_۲c_۲(T_F - ۲۵) = ۰$$

$$\Rightarrow T_f = \frac{۲۵m_۲c_۲ - m_۱L_F - ۱۵m_۱c_۱}{(m_۱ + m_۲)c_۲}$$

$$T_f = \frac{(۲۵)(۰/۲)(۴۱۹۰) - (۰/۱)(۳۳۳۰۰۰) - (۱۵)(۰/۱)(۲۲۲۰)}{(۰/۳)(۴۱۹۰)}$$

$$= -۱۲/۵°C$$

چون جواب بالا غیرمنطقی است پس مانند نمونه مسئله‌های قبل دمای تعادل صفر درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

$$T_f = ۰$$

(ب) هرگاه فقط از یک قطعه یخ استفاده کرده باشیم دمای تعادل برابر است با:

$$T_f = \frac{(۲۵)(۰/۲)(۴۱۹۰) - (۰/۰۵)(۳۳۳۰۰۰) - (۱۵)(۰/۰۵)(۲۲۲۰)}{(۰/۲۵)(۴۱۹۰)}$$

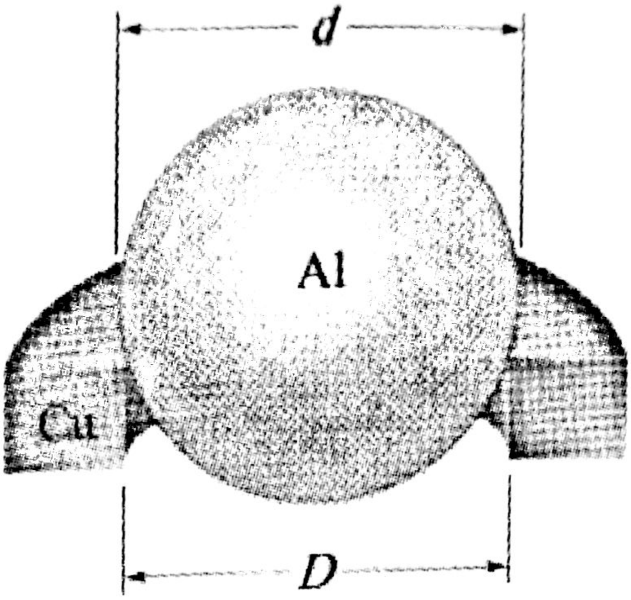
$$= ۲/۵°C$$

Scanned by CamScanner

●●●۴۲- SSM قطر داخلی یک حلقهٔ مسی به جرم $۲۰/۰\,g$ در دمای $۰/۰۰۰^\circ C$ برابر با $D=۲/۵۴۰۰۰\,cm$ است. قطر یک کرهٔ آلومینیومی در دمای $۱۰۰/۰^\circ C$ برابر با $d=۲/۵۴۵۰۸\,cm$ است. کره روی حلقه گذاشته می‌شود (شکل ۱۴-۳۵) و با چشم‌پوشی از اتلاف گرما به محیط، این دو

Scanned by CamScanner

به حالت تعادل گرمایی می‌رسند. در دمای تعادل کره درست از حلقه رد می‌شود. جرم کره چقدر است؟



شکل ۱۴–۳۵ مسئلهٔ ۴۲

حل:

$$D_{\circ}[1+\alpha_{Cu}(T_f-0)]=d_{\circ}[1+\alpha_{Al}(T_f-100)$$

$$\Rightarrow T_f=\frac{(d_{\circ}-D_{\circ})-100\alpha_{Al}d_{\circ}}{D_{\circ}\alpha_{Cu}-d_{\circ}\alpha_{Al}}$$

$$\Rightarrow T_f=\frac{(0/00508)-(100)(23\times10^{6})(2/54508)}{(2/54)(17\times10^{-6})-(2/54508)(23\times10^{6})}$$

$$=50/38^{\circ}\mathrm{C}$$

از نظر تبادل گرمایی بین آنها خواهیم داشت:

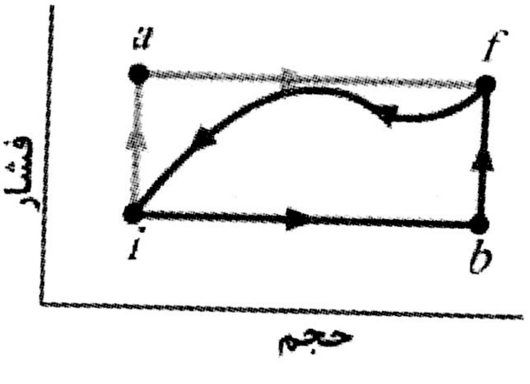
$$m_1c_1(T_f-0)+m_2c_2(T_f-100)=0$$

$$(0/20)(0/092)(50/38)+m_2(0/215)(50/38-100)=0$$

$$\Rightarrow m_2=8/71\times10^{-3}\ \mathrm{kg}$$

Scanned by CamScanner

●●۴۷- WWW SSM وقتی سامانه‌ای در مسیر iaf همانند شکل ۱۴-۳۹ از حالت i به حالت f بـرود، $Q = ۵۰\,\text{cal}$ و $W = ۲۰\,\text{cal}$ است. در طول مسیر ibf داریـم، $Q = ۳۶\,\text{cal}$. (الـف) کـار W در طول مسیر ibf چقدر است؟ (ب) اگـر بـرای برگشـت مسـیر fi، $W = -۱۳\,\text{cal}$ باشد، گرمای Q برای این مسیر چقدر است؟ (پ) اگـر $E_{\text{int},i} = ۱۰\,\text{cal}$ باشـد، مقـدار $E_{\text{int},f}$ چقـدر اسـت؟ اگـر $E_{\text{int},b} = ۲۲\,\text{cal}$ باشد، مقدار Q برای (ت) مسیر ib و (ث) مسـیر bf چقدر است؟



شکل ۱۴-۳۹ مسئلهٔ ۴۷

حل: از قانون اول ترمودینامیک برای مسیر $i \to f$ خواهیم داشت:

(الف)

$$\Delta F_{if} = Q_{if} - W_{if} = ۵۰ - ۲۰ = ۳۰\,\text{cal}$$

$$\Delta E_{ibf} = Q_{ibf} - W_{ibf} = ۳۰ \Rightarrow ۳۶ - W_{ibf} = ۳۰ \Rightarrow W_{ibf} = ۶\,\text{cal}$$

Scanned by CamScanner

ب) $\Delta E_{fi} = -\Delta E_{if} = -۳۰\,\text{J} \rightarrow \Delta E_{fi} = Q_{fi} + W_{fi}$

$-۳۰ = Q_{fi} - (-۱۳) \Rightarrow Q_{fi} = -۴۳\,\text{cal}$ ⇐ گرمای از دست رفته

پ) $\Delta E_{if} = E_f - E_i \Rightarrow ۳۰ = E_f - ۱۰ \Rightarrow E_f = ۴۰\,\text{cal}$

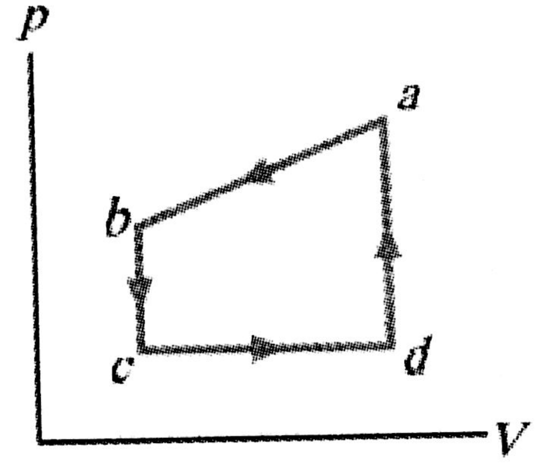
$\Delta E_{ib} = E_b - E_i = ۲۲ - ۱۰ = ۱۲\,\text{cal}$

ت) $\Delta E_{ib} = Q_{ib} - W_{ib} \Rightarrow ۱۲ = Q_{ib} - ۶ \Rightarrow Q_{ib} = ۱۸\,\text{cal}$

ث) $Q_{ibf} = Q_{ib} + Q_{bf} \Rightarrow ۳۶ = ۱۸ + Q_{bf} \Rightarrow Q_{bf} = ۱۸\,\text{cal}$

Scanned by CamScanner

●●۴۹- GO شکل ۱۴-۴۱ چرخهٔ مسدودی را برای گازی نشان می‌دهد (شکل با مقیاس رسم نشده است). تغییر در انرژی درونی گاز وقتی از a به c راستای مسیر abc را طی می‌کند برابر با ۲۰۰J- است. وقتی از c تا d می‌رود، باید ۱۸۰J به صورت گرما به آن داده شود. انتقال اضافی ۸۰J به صورت گرما لازم است تا از d به a برود. برای رفتن گاز از c تا d چقدر کار باید روی گاز انجام گیرد؟



شکل ۱۴-۴۱ مسئلهٔ ۴۹

حل: فرآیند $d \rightarrow a$ حجم ثابت است:

$$\Rightarrow W_{da} = 0 \Rightarrow \Delta E_{da} = Q_{da} = 80\,\text{J}$$

$$\Delta E_{\text{total}} = \Delta E_{abc} + \Delta E_{cd} + \Delta E_{da} = 0$$

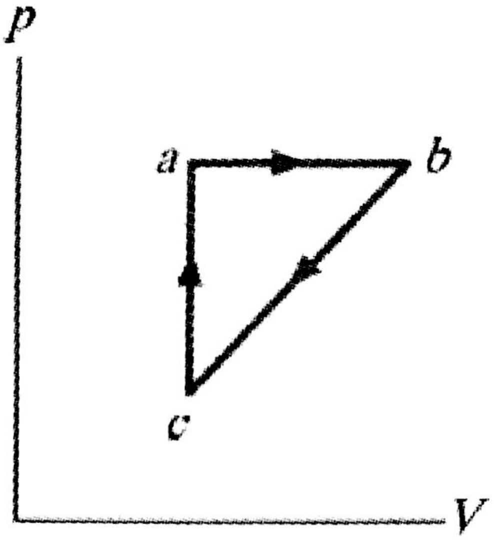
Scanned by CamScanner

$$\Rightarrow -۲۰۰ + \Delta E_{cd} + ۸۰ = ۰ \Rightarrow \Delta E_{cd} = ۱۲۰\,\mathrm{J}$$

$$\Delta E_{cd} = Q_{cd} + W_{cd} \Rightarrow W_{cd} = ۱۸۰ - ۱۲۰ = ۶۰\,\mathrm{J}$$

Scanned by CamScanner

●●۵۰- نمونه‌ای از یک گاز چرخهٔ $abca$ نشان داده شده در نمودار p-V شکل ۱۴-۴۲ را طی می‌کند. کار خالص انجام شده ۱/۲J+ است. در مسیر ab، تغییر در انرژی درونی ۳/۰J+ و بزرگی کار انجام شده ۵/۰J است. در مسیر ca، انرژی انتقال یافته به گاز به صورت گرما ۲/۵J+ است. چقدر انرژی به صورت گرما در (الف) مسیر ab و (ب) مسیر bc انتقال می‌یابد؟



شکل ۱۴-۴۲ مسئلهٔ ۵۰

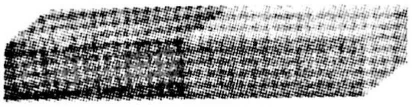
حل: (الف) $\Delta E_{ab} = Q_{ab} - W_{ab} \Rightarrow ۳ = Q_{ab} - ۵ \Rightarrow Q_{ab} = ۸\text{J}$

(ب) $Q_{total} = W_{total} \Rightarrow ۱/۲ = Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{ca}$

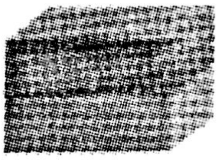
$\Rightarrow ۱/۲ = ۸ + Q_{bc} + ۲/۵ \Rightarrow Q_{bc} = -۹/۳۵\text{J}$

Scanned by CamScanner

۵۹●●- در شکل ۱۴-۴۴ الف، دو میلهٔ یکسان مکعب مستطیلی از فلز با دمای $T_۱ = ۰°C$ در سمت چپ و دمای $T_۲ = ۱۰۰°C$ در سمت راست سر به سر به هم جوش داده شده‌اند. فرض کنید در مدت ۲/۰min، ۱۰J گرما با آهنگ ثابت از سمت راست به سمت چپ عبور می‌کند. اگر میله‌ها مانند شکل ۱۴-۴۴ ب به هم جوش داده شوند، در چه مدت ۱۰J گرما از آنها عبور می‌کند؟



(الف)



(ب)

شکل ۱۴-۴۴ مسئلهٔ ۵۹

حل: (۱)

$$P_{\text{رسانش}} = \frac{Q}{t_۱} = \frac{kA(T_۲ - T_۱)}{۲L} \Rightarrow \frac{۱۰}{(۲)(۶۰)} = \frac{۵۰kA}{L}$$

(۲)

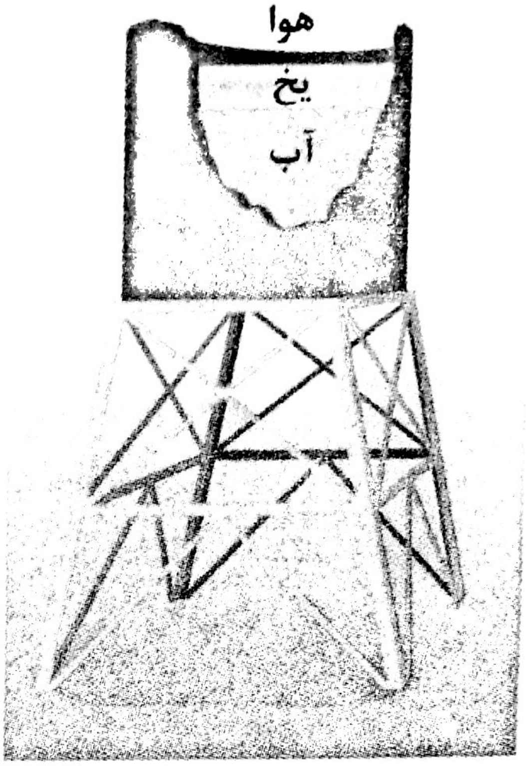
$$P_{\text{رسانش}} = \frac{Q}{t_۲} = \frac{k۲A(T_۲ - T_۱)}{L} \Rightarrow \frac{۱۰}{t_۲} = \frac{۲۰۰kA}{L}$$

از تقسیم دو رابطهٔ (۱) و (۲) داریم

$$t_۲ = ۳۰s = ۰/۵\,\text{min}$$

Scanned by CamScanner

۶۱۰۰- SSM مخزن آبی در هوای سرد بیرون قرار دارد و لایه‌ای از یخ به ضخامت 5/0cm روی سطح آن تشکیل شده است (شکل ۱۴-۴۶). دمای هوای بالای یخ 10°C- است. آهنگ تشکیل یخ (برحسب سانتی‌متر بر ساعت) را در زیر لایهٔ یخ محاسبه کنید. رسانندگی گرمایی و چگالی یخ را 0/0040cal/s·cm·C° و 0/92g/cm³ بگیرید. فرض کنید هیچ انرژی‌ای از طریق دیواره‌های مخزن یا کف آن انتقال نمی‌یابد.



شکل ۱۴-۴۶ مسئلهٔ ۶۱

حل:

$$P_{\text{رسانش}} = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt}(mL_F) = L_F\frac{dm}{dt} = L_F\frac{d}{dt}(\rho Ax) = L_F A\rho\frac{dx}{dt}$$

$$P_{\text{رسانش}} = kA\frac{\Delta T}{\Delta x} = L_f A\rho\frac{dx}{dt} \Rightarrow \frac{dx}{dt} = \frac{k\Delta T}{\Delta x L_F \rho}$$

$$= \frac{(0/004)(10)}{(5)(79/5)(0/92)}$$

$$\frac{dx}{dt} = 1/1\times10^{-6}\ \text{m/s} = 0/4\,\text{cm/h}$$

Scanned by CamScanner

●●۶۵۰۰- روی استخر کم عمقی یخ تشکیل شده و حالت پایا برقرار است. دمای هوای روی یخ $-۵/۰^{\circ}C$ و دمای آب ته استخر $۴/۰^{\circ}C$ است. اگر کل عمق یخ + آب برابر با $۱/۴m$ باشد، ضخامت یخ چقدر است؟ (فرض کنید که رسانندگی گرمایی یخ و آب به ترتیب $۰/۴۰$ و $۰/۱۲cal/m \cdot C^{\circ} \cdot s$ است.)

حل: اندیس ۱ برای یخ و ۲ برای آب است.

$$\frac{k_۱ A(T-T_۱)}{L_۱} = \frac{k_۲ A(T_۲ - T)}{L_۲}$$

$$\frac{k_۱(۰+۵)}{L_۱} = \frac{k_۲(۴-۰)}{L_۲}$$

و

$$L_۱ + L_۲ = ۱/۴\,\mathrm{m}$$

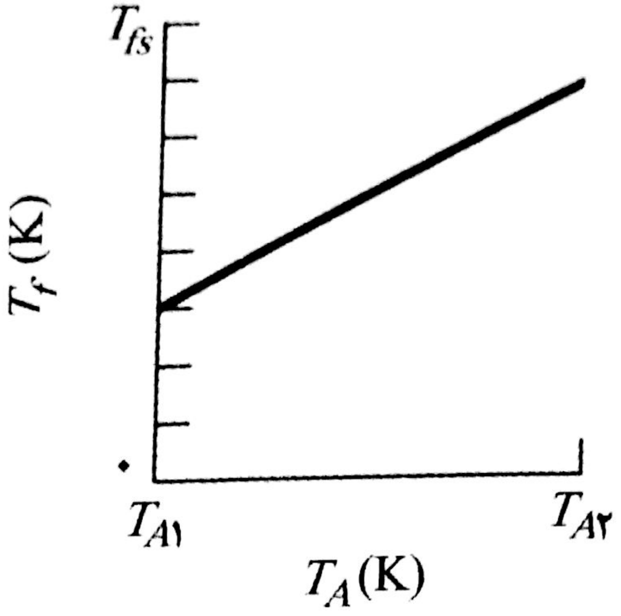
$$\frac{(۰/۴)(۵)}{L_۱} = \frac{(۰/۲)(۴)}{L_۲} \Rightarrow L_۲ = ۰/۲۴ L_۱ \Rightarrow ۰/۲۴ L_۱ = L_۱ = ۱/۴\,\mathrm{m}$$

$$\Rightarrow L_۱ = ۱/۱\mathrm{m}$$

Scanned by CamScanner

۷۵- شکل ۱۴-۵۳ یک چرخهٔ بسته را برای یک گاز نشان می‌دهد. از c تا b ، ۴۰J به صورت گرما از گاز انتقال می‌یابد. از b تا a ، ۱۳۰J به صورت گرما انتقال می‌یابد و بزرگی کار انجام شده به وسیلهٔ گاز ۸۰J است. از a تا c ، ۴۰۰J به صورت گرما به گاز انتقال می‌یابد. کار انجام شده به وسیلهٔ گاز از a تا c چقدر است؟ (*راهنمایی:* نیاز دارید برای داده‌ها علامت‌های مثبت و منفی در نظر بگیرید.)

Scanned by CamScanner



شکل ۱۴–۵۳ مسئلهٔ ۷۵

حل:

$Q_{ba} = -۱۳۰\ \text{J}$ $\qquad Q_{cb} = -۴۰\ \text{J}$

$Q_{ac} = ۴۰۰\ \text{J}$ $\qquad W_{ba} = -۸۰\ \text{J}$

از آنجا که فرآیند حجم ثابت می‌باشد بنابراین $W_{cb} = ۰$

$$\Delta E_t = ۰ \Rightarrow W_t = Q_t$$

$$\Rightarrow Q_{cb} + Q_{ba} + Q_{ac} = W_{cb} + W_{ba} + W_{ac}$$

$$-۴۰ - ۱۳۰ + ۴۰۰ = ۰ - ۸۰ + W_{ac} \Rightarrow W_{ac} = ۳۱۰\ \text{J}$$

Scanned by CamScanner

۷۹- SSM نمونه‌ای از گاز از فشار اولیه و حجم ۱۰ Pa و ۱/۰ m^3 به حجم نهایی ۲/۰ m^3 منبسط می‌شود. در ضمن انبساط، فشار و حجم با معادلهٔ $p = aV^۲$ به هم مربوط‌اند، که $a = ۱۰ \, N/m^۸$ است. کار انجام شده به وسیله گاز را در طی این انبساط تعیین کنید.

حل:

$$W = \int p dV = \int_۱^۲ aV^۲ dV = \frac{aV^۳}{۳}\Big|_۱^۲ = \frac{۱۰}{۳}(۲^۳ - ۱^۳) = ۲۳ \, J$$

Scanned by CamScanner

۹۰- بلافاصله پس از تشکیل زمین، گرمای آزاد شده به وسیلهٔ واپاشی عنصرهای پرتوزا میانگین دمای داخلی آن را از ۳۰۰ به $3000\,K$ رساند، که تقریباً امروز نیز همین مقدار حفظ شده است. با فرض اینکه ضریب انبساط حجمی میانگین برابر با $3/0 \times 10^{-5}\,K^{-1}$ باشد، از زمان تشکیل سیاره شعاع آن چقدر بیشتر شده است؟

حل:
$$\alpha = \frac{1}{3}\beta = \frac{1}{3} \times 3 \times 10^{-5} = 10^{-5}$$

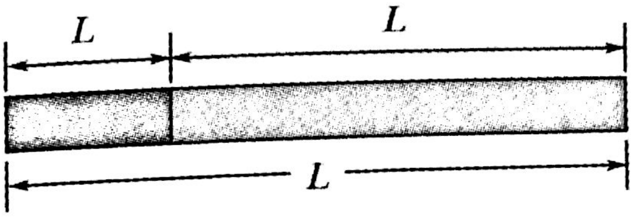
$$\Delta R = \alpha R \Delta T = (10^{-5})(6/37 \times 10^{3})(3000 - 300) = 172\,\text{km}$$

۹۱- یخ را با ساییدن روی قطعه‌ای قطعه دیگر می‌توان ذوب کرد. اگر بخواهیم $1/00\,g$ یخ را ذوب کنیم، برحسب ژول باید چقدر کار انجام دهیم؟

حل:
$$Q = W = m L_f = (1 \times 10^{-3})(333000) = 333\,\text{J}$$

Scanned by CamScanner

۹۶- شکل ۱۴–۵۸ میله مرکبی به طول $L = L_۱ + L_۲$ ساخته شده از دو ماده را نشان می‌دهد. طول ماده اول $L_۱$ با ضریب انبساط دمایی خطی $\alpha_۱$ و طول ماده دوم $L_۲$ و ضریب انبساط دمایی خطی $\alpha_۲$ است. (الف) ضریب انبساط دمایی خطی α برای میله مرکب چقدر است؟ درمورد میله مرکب خاصی L برابر ۵۲/۴، ماده ۱ فولاد و ماده ۲ برنج است. اگر $\alpha = ۱/۳ \times ۱۰^{-۵}$ /C° باشد، طول‌های (ب) $L_۱$ و (پ) $L_۲$ چقدر است؟



شکل ۱۴–۵۸ مسئلهٔ ۵۹

حل: (الف) تغییر طول کل میلهٔ مرکب برابر است با

$$\Delta L = \Delta L_۱ + \Delta L_۲ = \alpha_۱ L_۱ \Delta T + \alpha_۲ L_۲ \Delta T$$
$$= (\alpha_۱ L_۱ + \alpha_۲ L_۲)\Delta T$$

از طرفی داریم $\Delta L = \alpha L \Delta T$. به این ترتیب خواهیم داشت

$$\alpha = \frac{\alpha_۱ L_۱ + \alpha_۲ L_۲}{L}$$

(ب)

$$\alpha_۱ = ۱۱ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{C^\circ} \text{ فولاد}$$

$$\alpha_۲ = ۱۹ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{C^\circ} \text{ برنج}$$

با جای‌گذاری در رابطه بالا داریم

$$\alpha = ۱۳ \times ۱۰^{-۶} /C^\circ = \frac{(۱۱ \times ۱۰^{-۶} /C^\circ)L_۱ + (۱۹ \times ۱۰^{-۶} /C^\circ)L_۲}{L_۱ + L_۲}$$

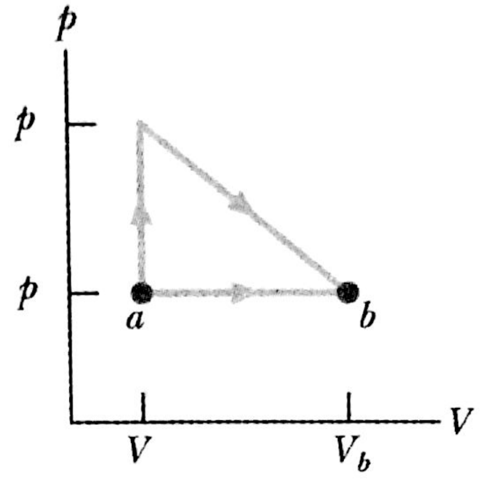
$$L = L_۱ + L_۲ = ۵۲/۴\text{cm}$$

به این ترتیب خواهیم داشت $L_۱ = ۱۳/۱\text{cm}$.

(پ) $L_۲ = ۱۳/۱\text{cm}$

Scanned by CamScanner

۹۸- نمودار p-V در شکل ۱۴-۵۹ دو مسیر را نشان می‌دهد که نمونه‌ای از گاز می‌تواند از حالت a به حالت b برود که $V_b=۳/۰V_۱$ است. در مسیر لازم است که انرژی برابر با $۵/۰p_۱V_۱$ به‌صورت گرما به گاز داده شود. در مسیر ۲ لازم است که انرژی برابر با $۵/۵p_۱V_۱$ به‌صورت گرما به گاز داده شود. نسبت $p_۲/p_۱$ چقدر است؟



شکل ۱۴-۵۹ مسئلهٔ ۹۸

حل: فرآیند $a\to b$ هم‌فشار است.

$$W_{ab}=p(V_b-V_a)=p_۱(۳V_۱-V_۱)=۲p_۱V_۱$$

فرآیند $a\to c$ هم حجم می‌باشد بنابراین $W_{ac}=۰$

$$W_{acb}=W_{ac}+W_{cb}=W_{cb}$$

$$W_{cb}=W_{ab}+\frac{(p_c-p_b)(V_c-V_b)}{۲}=۲p_۱V_۱+\frac{(p_۲-p_۱)(۳V_۱-V_۱)}{۲}$$

$$W_{cb}=۲p_۱V_۱+(p_۲-p_۱)V_۱=W_{acb}$$

$$\Delta E_{ab}=\Delta E_{acb}\qquad Q_{ab}-W_{ab}=Q_{acb}-W_{acb}$$

$$۵p_۱V_۱-۲p_۱V_۱=۵/۵\,p_۱V_۱-۲\,p_۱V_۱-(p_۲-p_۱)V_۱$$

$$\Rightarrow\frac{p_۲}{p_۱}=۱/۵$$

Scanned by CamScanner

۱۰۲- قطر آینه شیشه‌ای پیرکس در تلسکوپی ۱۷۰in است. گستره‌های دمایی از ۱۶°C- تا ۳۲°C در محل تلسکوپ تغییر می‌کند. با فرض این‌که شیشه به‌طور آزادانه می‌تواند منبسط و منقبض شود، بیشینهٔ تغییر در قطر شیشه چقدر است؟

حل: وقتی دما از T به $T+\Delta T$ تغییر می‌کند، قطر آینه نیز از D به $D+\Delta D$ تغییر می‌کند که در آن $\Delta D=\alpha D\Delta T$. ضریب خطی شیشهٔ پیرکس $\alpha=۳/۲\times۱۰^{-۶}\,\frac{۱}{°C}$ است. به این ترتیب داریم

$$\Delta D=\alpha D\Delta T=(۳/۲\times۱۰^{-۶}\ /\mathrm{C°})\left(۱۷۰\,\mathrm{in.}\cdot\frac{۰/۰۲۵۴}{۱\mathrm{in.}}\right)$$

$$(۳۲°\mathrm{C}-(-۱۶°\mathrm{C}))$$

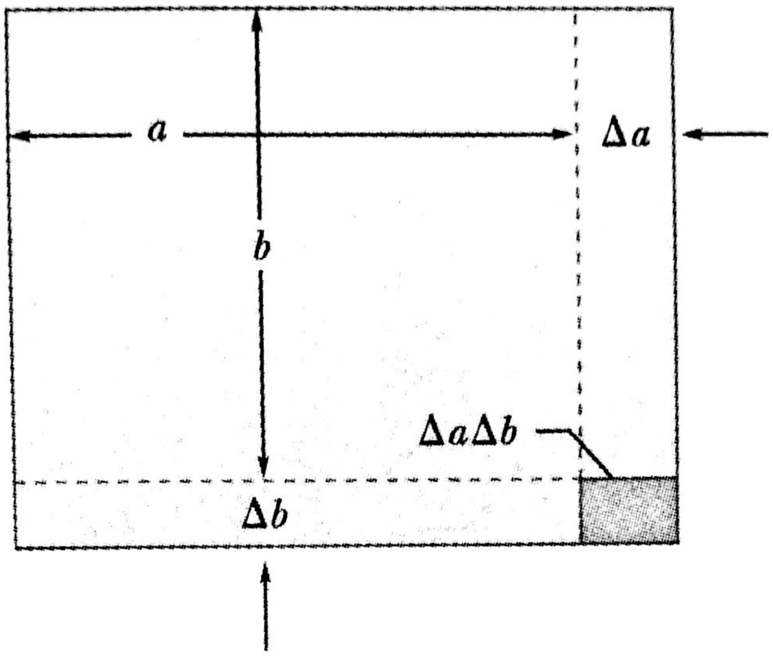
$$=۶/۶۳\times۱۰^{-۴}\,\mathrm{m}\approx۶۶۰\,\mu\mathrm{m}$$

Scanned by CamScanner

۱۰۳- مساحت A صفحه مستطیلی $ab=۱/۴\,\text{m}^۲$ است. ضریب انبساط خطی $\alpha=۳۲\times۱۰^{-۶}/C°$ است. پس افزایش دما به اندازه $\Delta T=۸۹°C$، ضلع a به اندازه Δa و ضلع b به اندازه

Scanned by CamScanner

Δb بیش‌تر می‌شود (شکل ۱۴–۶۰). با چشم‌پوشی از مقدار کم ΔA، $(\Delta a\, \Delta b)/ab$ را پیدا کنید.



شکل ۱۴–۶۰ مسئلهٔ ۱۰۳

حل: تغییر در مساحت صفحه برابر است با

$$\Delta A = (a+\Delta a)(b+\Delta b) - ab \approx a\Delta b + b\Delta a = ۲ab\alpha\Delta T$$

$$= ۲\alpha A\Delta T$$

$$= ۲(۳۲\times ۱۰^{-۶}\ /\mathrm{C^\circ})(۱/۴\,\mathrm{m}^۲)(۸۹^\circ\mathrm{C}) = ۷/۹۷\times ۱۰^{-۳}\ \mathrm{m}^۲$$

$$\approx ۸/۰\times ۱۰^{-۳}\ \mathrm{m}^۲$$

Scanned by CamScanner